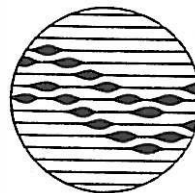


LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

UITBREIDING VAN HET
GRONDWATERSTROMINGSMODEL
ROND DE BEDRIJFSTERREINEN
TE RIEME-ERTVELDE

TGO 90/35

UITBREIDING VAN HET
GRONDWATERSTROMINGSMODEL
ROND DE BEDRIJFSTERREINEN
TE RIEME-ERTVELDE



geologisch instituut S8
krijgslaan 281
B-9000 gent

telefoon 091/64 4647
fax 091/64 4997

Opdrachtgever

RHONE-POULENC CHEMIE N.V.
Kuhlmannkaai 1
9020 GENT

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag : Lic. M. VAN CAMP

Documentnummer : TGO 90/00³⁵
Datum : december 1991

INHOUD

LIJST DER FIGUREN	I
LIJST DER PLATEN	II
1. INLEIDING	1
2. LIGGING EN BEGRENZING VAN HET MODELGEBIED	1
3. AANGEWEND MATEMATISCH MODEL	3
4. SCHEMATISERING VAN HET GRONDWATERRESERVOIR	3
4.1. Lagenopbouw	3
4.2. Laagdikten	4
4.3. Modelnetwerk	4
5. INGEVOERDE GEGEVENS	4
5.1. Hydraulische parameters	4
5.1.1. Horizontale doorlatendheden	4
5.1.2. Vertikale doorlatendheden	10
5.2. Grensvoorwaarden	10
5.3. Infiltratie	13
5.4. Pumpingen	13
5.5. Waterlopen	20
5.6. Referentievlak	20
6. RESULTATEN	20
REFERENTIES	23

LIJST DER FIGUREN

- fig 1 Ligging van het modelgebied
- fig 2 Hydrogeologische schematisering in het mathematisch model
- fig 3 Dikte van de laag KZ1
- fig 4 Dikte van de laag KL
- fig 5 Dikte van de laag KZ2
- fig 6 Ingevoerde horizontale doorlatendheden in laag 3
- fig 7 Ligging van het waterkerend scherm en de damplanken
langsheen het kanaal Gent-Terneuzen
- fig 8 Ingevoerde hydraulische weerstanden van de tweede
slecht-doorlatende laag
- fig 9 Vaste stijghoogtecellen in het modelnetwerk
- fig 10 Ligging van de pompputten langsheen de
gipsstortuitbreidingszone
- fig 11 Ligging van de 8 noordelijke pompputten in het modelgebied
- fig 12 Ligging van de 16 noordelijke pompputten in het modelgebied
- fig 13 Ligging van de 31 noordelijke pompputten in het modelgebied
- fig 14 Ligging van de 31 noordelijke pompputten
- fig 15 Ingevoerde waterlopen

II

LIJST DER PLATEN

- PLAAT 1: TOESTAND ZONDER NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ1
- PLAAT 2: TOESTAND ZONDER NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ2
- PLAAT 3: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ1
- PLAAT 4: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ2
- PLAAT 5: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ1
- PLAAT 6: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ2
- PLAAT 7: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ1
- PLAAT 8: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ2
- PLAAT 9: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ1
- PLAAT 10: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ2
- PLAAT 11: TOESTAND MET 31 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ1
- PLAAT 12: TOESTAND MET 31 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:KZ2
- PLAAT 13: TOESTAND MET 31 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ1
- PLAAT 14: TOESTAND MET 31 NOORDELIJKE POMPPUTTEN:VERLAGING KZ2

1. Inleiding

Met het schrijven van 2 aug 1990 werd aan het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Rijksuniversiteit Gent de opdracht gegeven tot het uitvoeren van volgende werkzaamheden:

- uitbreiding in noordelijke richting van een bestaand matematicisch model van de omgeving van het gipsstort te Ertvelde-Zelzate
- uitvoering van een simulatie met dit model van een toestand met 8 pomputten (winningsdebiet 4 m³/u) langs de noordzijde van het gipsstort. De ligging van de pomputten wordt door de opdrachtgever medegedeeld.
- eventueel een voorstel opstellen voor een andere puttenkonfiguratie die in staat is de grondwaterstroming in de richting van Zelzate tegen te houden.

Aangezien het hier enkel een uitbreiding van een bestaand model betreft , werden de ingevoerde gegevens van het reeds bestaande deel van het model overgenomen en werd geen nieuwe kalibratie van dit deel van het model uitgevoerd.

2. Ligging en begrenzing van het modelgebied

Het voorgestelde model is een uitbreiding in noordelijke richting van een bestaand matematicisch model van de omgeving van de gipsberg ,zoals vermeld in de "Coördinerende studie van de grondwaterstroming rond de bedrijfsterreinen te Rieme" . Het model werd 1680 m in noordelijke richting uitgebreid. Het gemodelleerde gebied is nu 3920 op 1880 m groot. Het ligt op de kaartbladen 14/2 (Zelzate) en 14/6 (Lochristi) van het NGI.

De ligging van het gemodelleerde gebied is aangegeven op fig. 1.



fig.1 Ligging van het modelgebied

3. Aangewend matematisch model

Het aangewend model is kwasi-driedimensioneel. Het laat toe de stijghoogteverdeling en stroming in de lagen KZ1, KZ2 en het gipsstort te berekenen.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het model wordt verwezen naar het verslag "Hydrogeologisch matematisch model van het Nederlands-Belgisch grensgebied in de omgeving van de Kalmthoutse Heide" (DE BREUCK, e.a., 1985)

4. Schematisering van het grondwaterreservoir

4.1 Lagenopbouw

In het studiegebied is het kwartair grondwaterreservoir opgebouwd uit 2 watervoerende lagen (KZ1 en KZ2), gescheiden door een slechtdoorlatende leemlaag (KL) (DE BREUCK, e.a. 1983).

In het model worden 3 watervoerende lagen beschouwd, gescheiden door 2 slechtdoorlatende lagen.

Het basis van het grondwaterreservoir in het model wordt gevormd door het tertiair substraat. Dit wordt in deze studie als ondoorlatend beschouwd.

De onderste watervoerende laag wordt gevormd door de laag KZ1.

De eerste slechtdoorlatende laag wordt gevormd door de laag KL.

De tweede watervoerende laag wordt gevormd door het onderste deel van de laag KZ2 (buiten de gipsstortzones) of heel de laag KZ2 (binnen de gipsstortzones).

De tweede slechtdoorlatende laag wordt gevormd door de onderkant van het gipsstort.

De derde watervoerende laag wordt gevormd door het doorlatend gedeelte van het gipsstort (binnen de gipsstortzones) of het

bovenste deel van de laag KZ2 (buiten de gipsstortzones).

De hydrogeologische schematisering van het model is voorgesteld op fig. 2.

4.2 Laagdikten

De dikte van de lagen KZ1, KL en KZ2 werden afgeleid uit boorgegevens in en rondom het studiegebied. De dikten werden gebruikt voor het berekenen van de hydraulische parameters in het model. De dikte van de bovenste watervoerende laag wordt bepaald door de stand van de watertafel boven de eerst voorkomende slechtdoorlatende laag en wordt door het model zelf berekend.

De dikte van de lagen KZ1, KL en KZ2 zijn voorgesteld op figuren 3, 4 en 5.

4.3 Modelnetwerk

Het modelnetwerk bestaat uit 98 cellen in noord-zuidrichting en 47 cellen in west-oostrichting. Elke cel is 40 m breed en 40 m lang.

5. Ingevoerde gegevens

5.1 Hydraulische parameters

5.1.1 Horizontale doorlatendheden

Laag 1 (KZ1) heeft een horizontale doorlatendheid van 13.0 m/d.

Laag 2 (KZ2) heeft een horizontale doorlatendheid van 2.8 m/d.

Laag 3 heeft binnen de uitbreiding van het gipsstort een doorlatendheid van 0.32 m/d, erbuiten van 2.8 m/d. De ingevoerde doorlatendheden in laag 3 zijn voorgesteld op fig 6.

Het waterkerend scherm rond de slibbergingsput heeft een

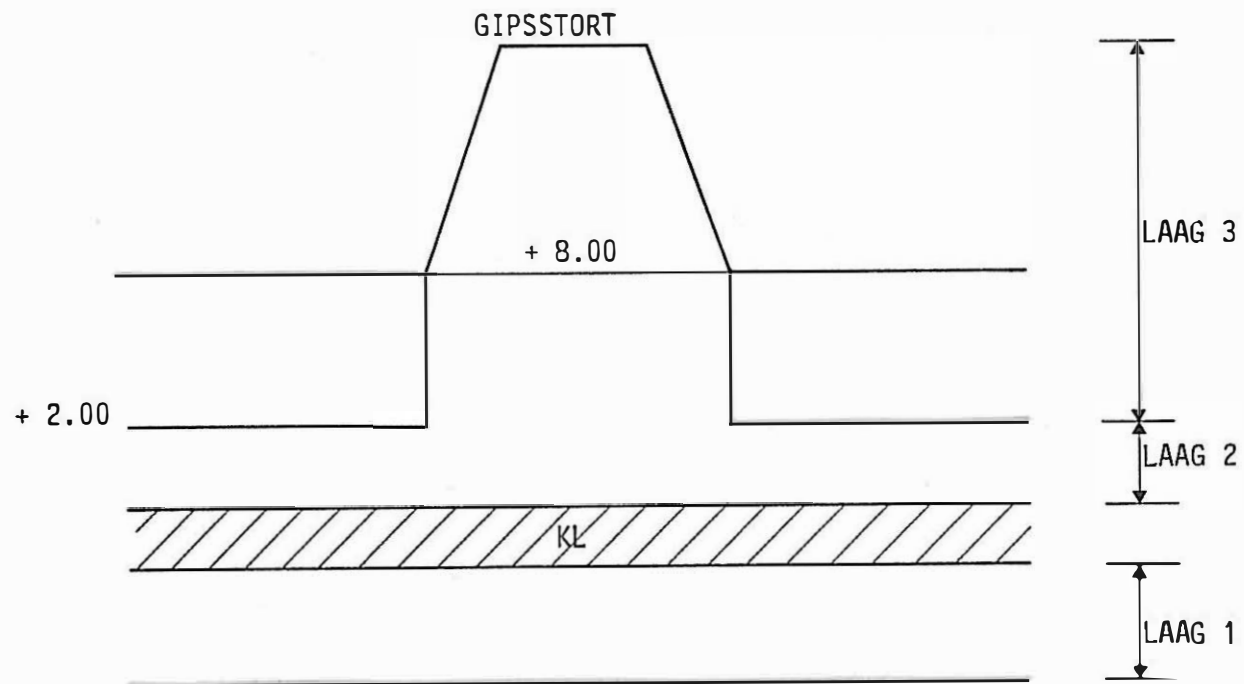


fig.2 Hydrogeologische schematisering in het mathematisch model

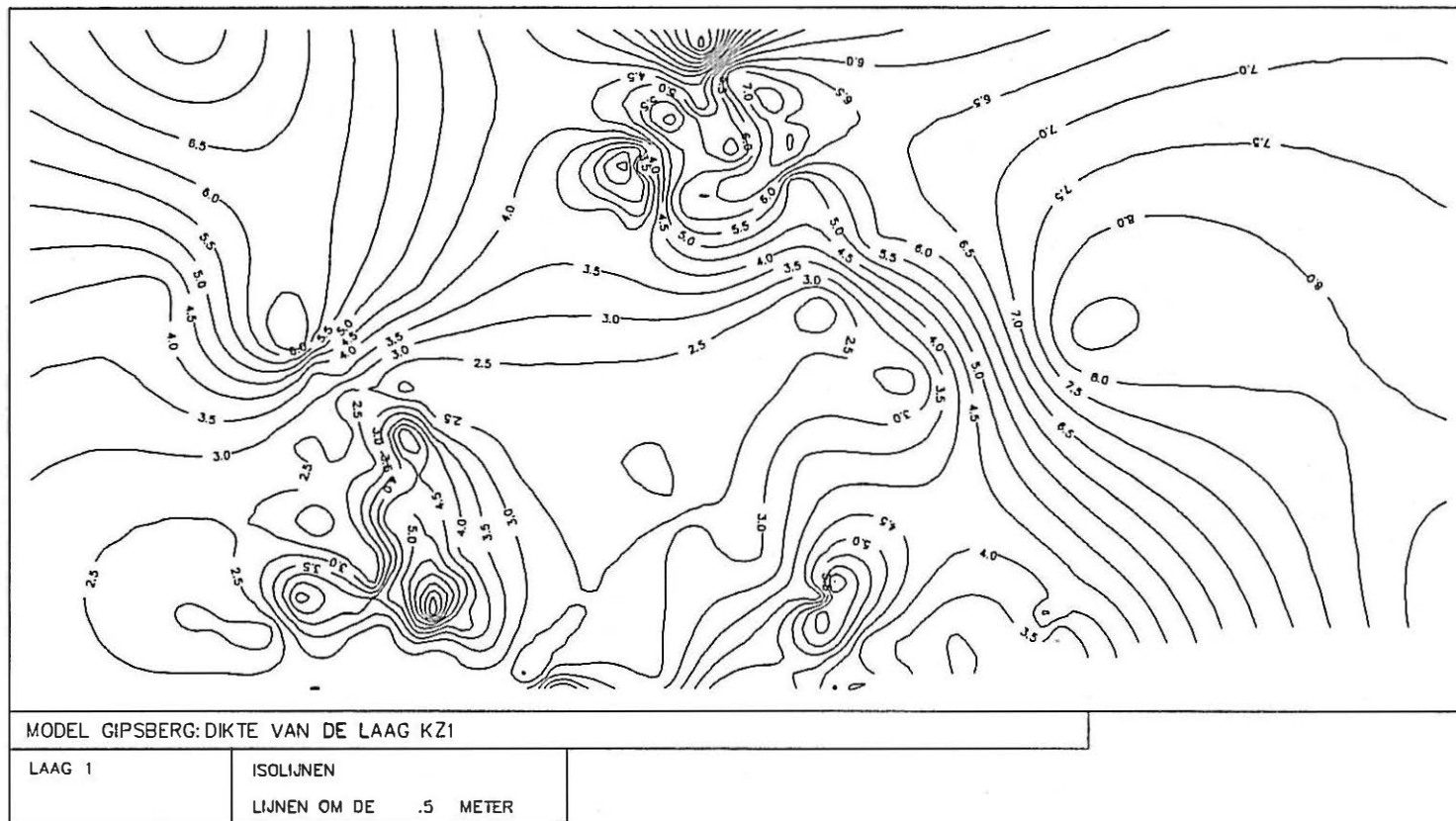


fig.3 Dikte van de laag KZ1

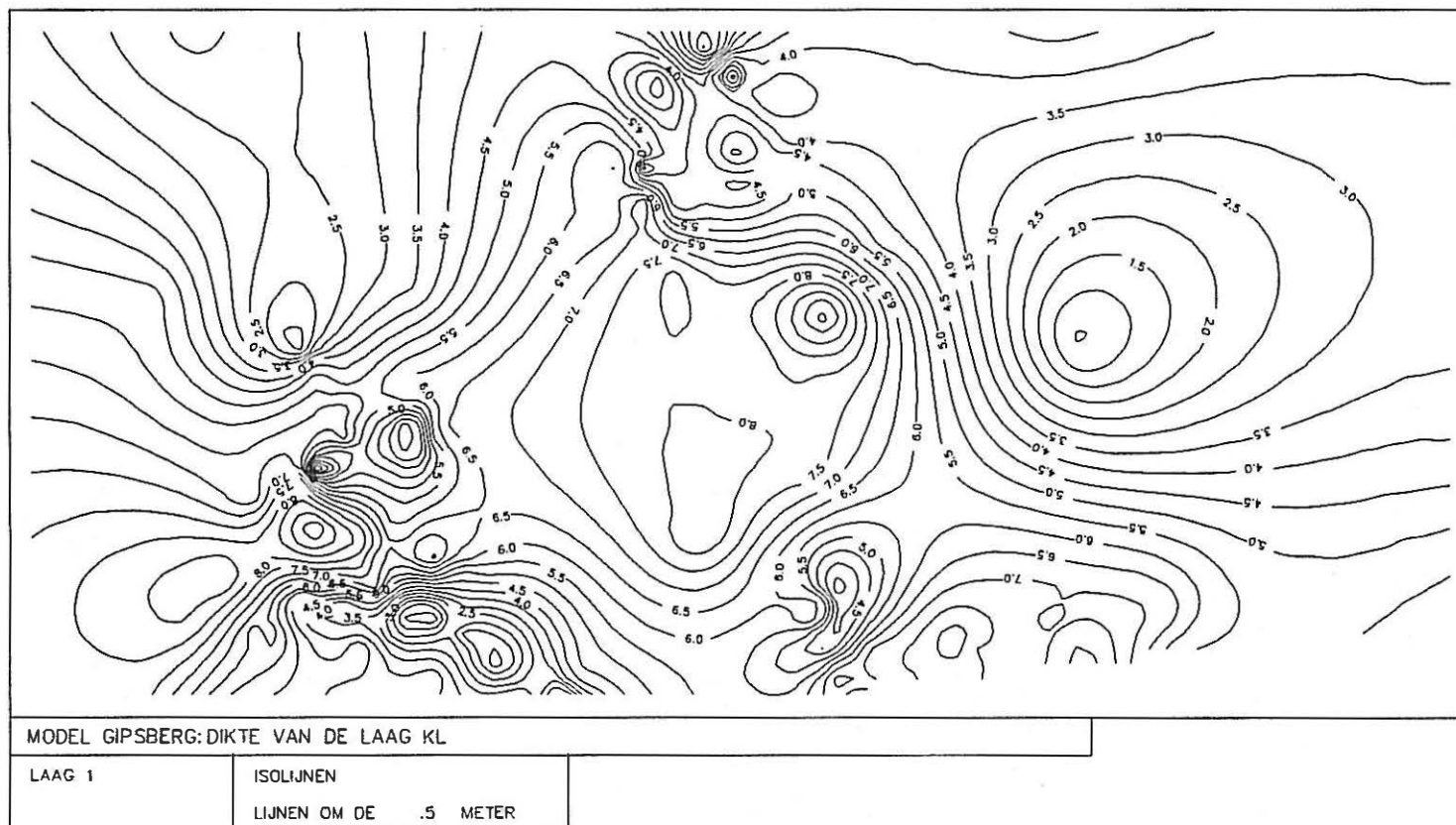


fig.4 Dikte van de laag KL

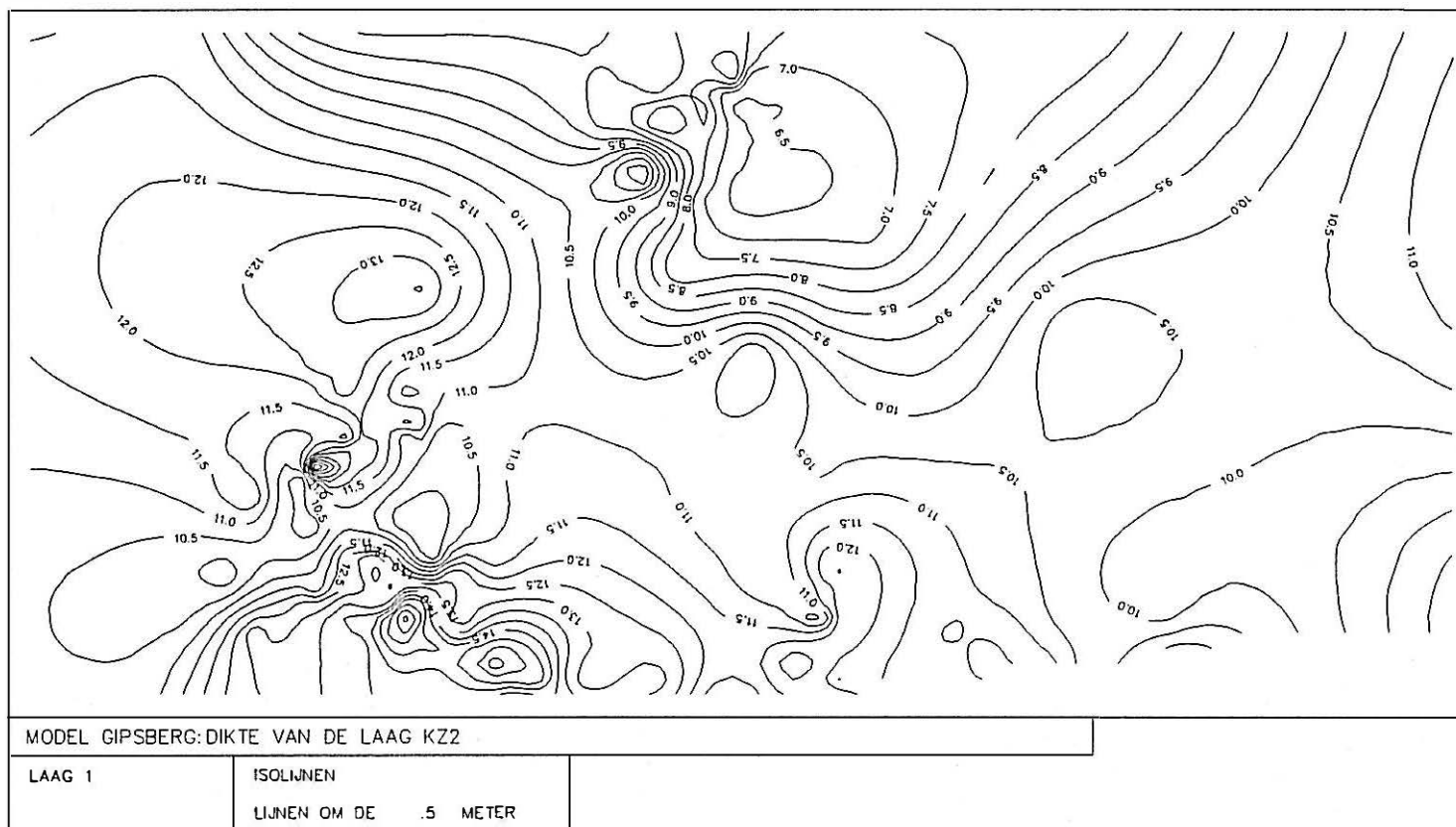


fig.5 Dikte van de laag KZ2

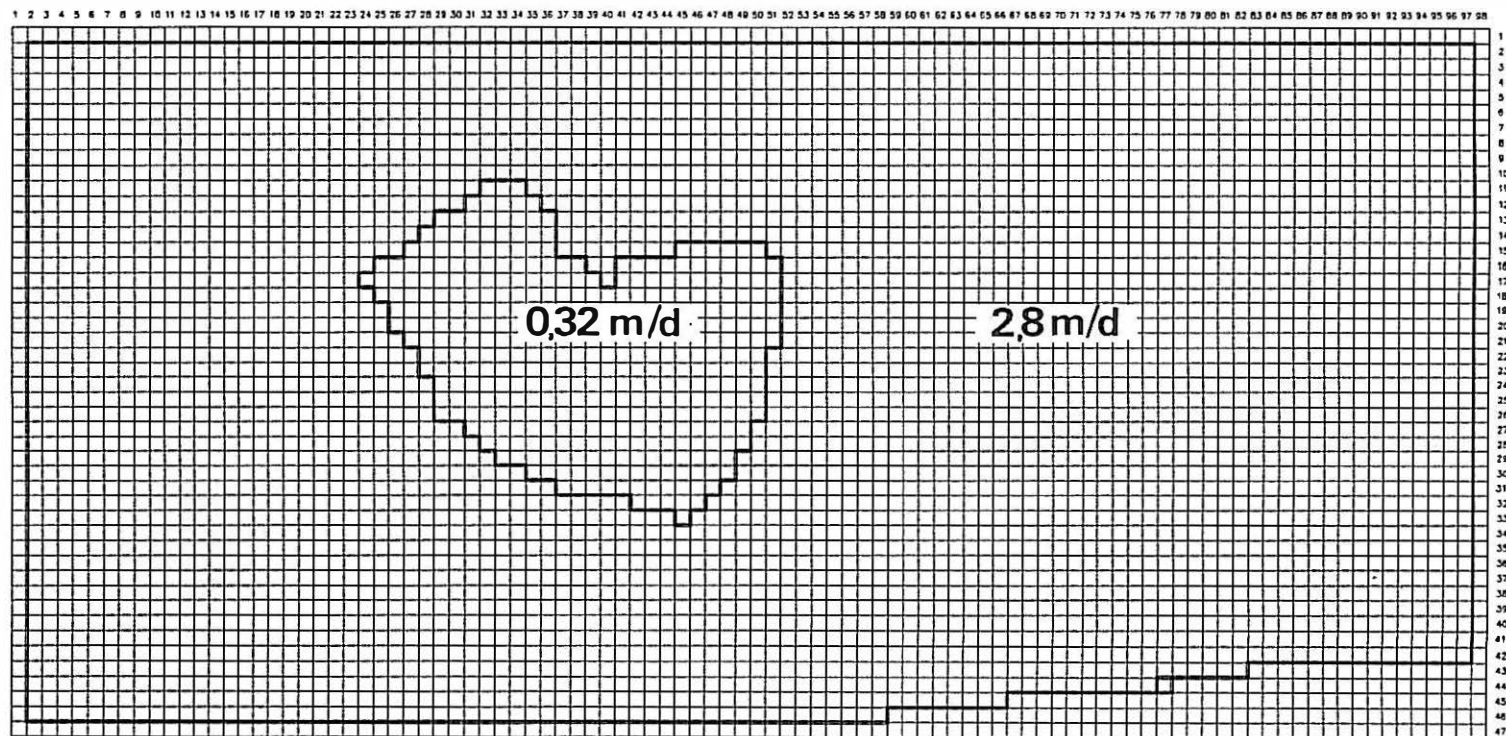


fig.6 Ingevoerde horizontale doorlatendheden in laag 3

doorlatendheid van 10^{-10} m/s en een dikte van 0.60 m. Binnen het scherm werd een doorlatendheid van 100 m/d ingevoerd.

De damplanken langsheen het kanaal Gent-Terneuzen hebben een doorlatendheid van $0.25 \cdot 10^{-08}$ m/s voor een dikte van 0.80 m.

De ligging van het waterkerend scherm en de damplanken in het modelnetwerk is aangegeven op fig. 7.

5.1.2 Vertikale doorlatendheden

De onderste slechtdoorlatende laag (KL) heeft een hydraulische weerstand van 33 d/m.

Tussen het gipsstort en de laag 2 werd een weerstand van 1200 d ingevoerd, tussen de gipsuitbreidingszone en de laag 2 een weerstand van 500 d.

Buiten de gipsstortzones bedraagt de hydraulische weerstand 1 d, aangezien hier geen echte slechtdoorlatende laag aanwezig is.

Tussen het zuurteerstort en laag 2 werd een hydraulische weerstand van 18623 d ingevoerd.

De ingevoerde hydraulische weerstanden zijn aangegeven op fig. 8.

5.2 Grensvoorwaarden

Langsheen de grenzen werden vaste stijghoogten ingevoerd. Deze stijghoogten werden afgeleid uit de gemiddelde waargenomen stijghoogten tijdens de periode 1988-1989.

Het kanaal Gent-Terneuzen werd in het model voorgesteld als vaste-stijghoogtecellen op peil +4.45 in de lagen KZ1 en KZ2.

Het drainagesysteem van de tunnel te Zelzate werd opgenomen als vaste stijghoogtecellen in de laag KZ2 op peil -1.80.

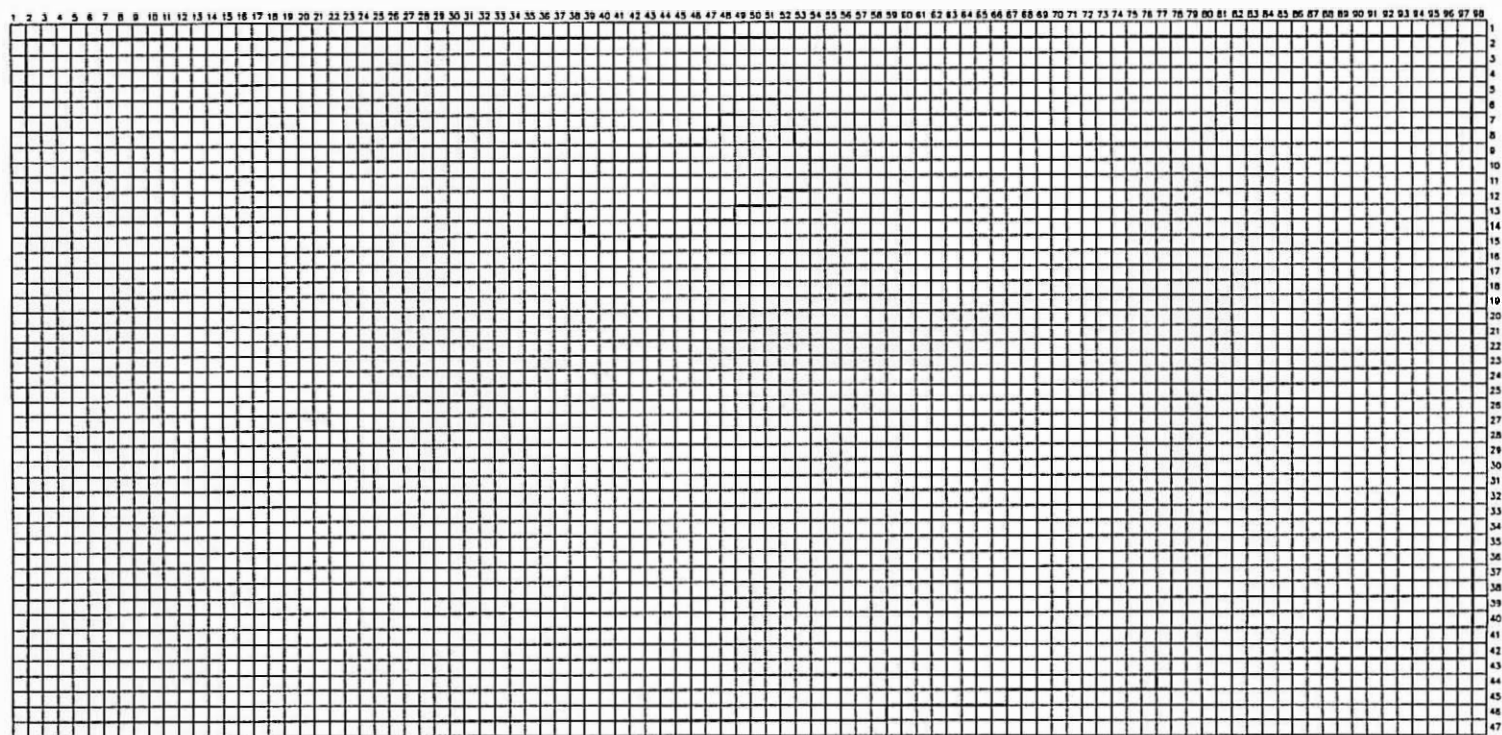


Fig.7 Ligging van het waterkerend scherm en de damplanken langsheen het kanaal
Gent-Terneuzen

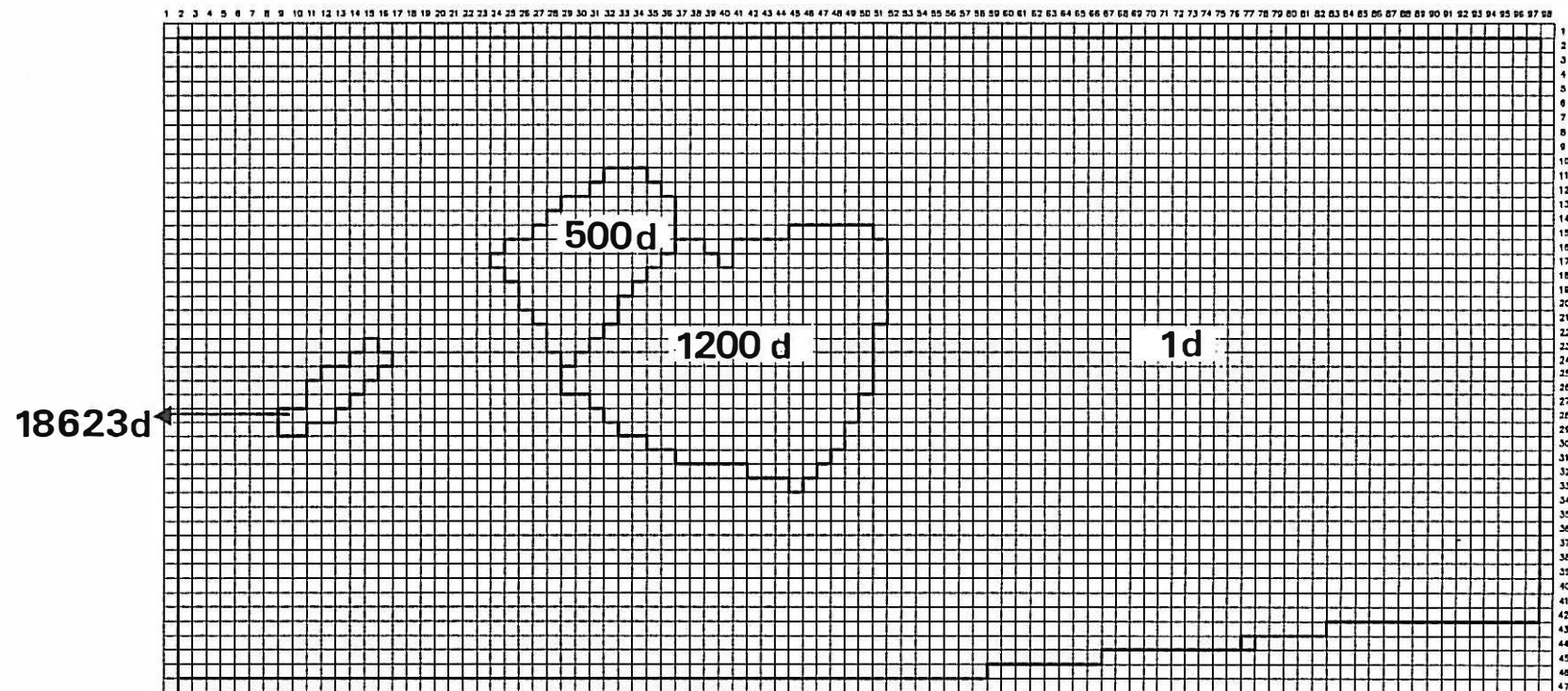


fig.8 Ingevoerde hydraulische weerstanden van de tweede slechtdoorlatende laag

De ligging van de vaste stijghoogtecellen in het modelnetwerk is aangegeven op fig. 9.

5.3 Infiltratie

De gemiddelde jaarlijkse nuttige neerslag wordt in het gebied op 0.270 m/jaar geschat.

Aan de overkant van de Assenedesteenweg wordt deze hoeveelheid op 90% gebracht.

Binnen de bebouwde kom van Zelzate werd de nuttige neerslag op 80% genomen.

De gipsstortuitbreidingszone heeft de normale nuttige neerslag van 270 mm/jaar , op de andere zones van het gipsstort bedraagt de nuttige neerslag 983 mm/jaar.

Boven het zuurteerstort en de slibbergingsput is er een nuttige neerslag van 150 mm/jaar (nuttige neerslag boven een open wateroppervlak).

5.4 Pompingen

Bij de simulatie van de toestand zonder noordelijke putten werden enkel de pompputten langsheen de gipsuitbreidingszone ingevoerd. Deze zijn aangegeven op fig. 10

De ligging van de 8 noordelijke pompputten werd medegedeeld door de opdrachtgever. Ze zijn aangeduid op fig. 11.

Voor de simulatie met 16 pompputten werden nog eens 8 extra putten bijgeplaatst. Deze zijn aangegeven op fig. 12.

Bij de laatste simulatie werden in totaal 31 pompputten voorzien . De ligging is aangeduid op fig. 13 en 14.

Per put wordt steeds 96 m³/d gewonnen. Deze hoeveelheid wordt verdeeld over de lagen KZ1 en KZ2 volgens de verhouding van de

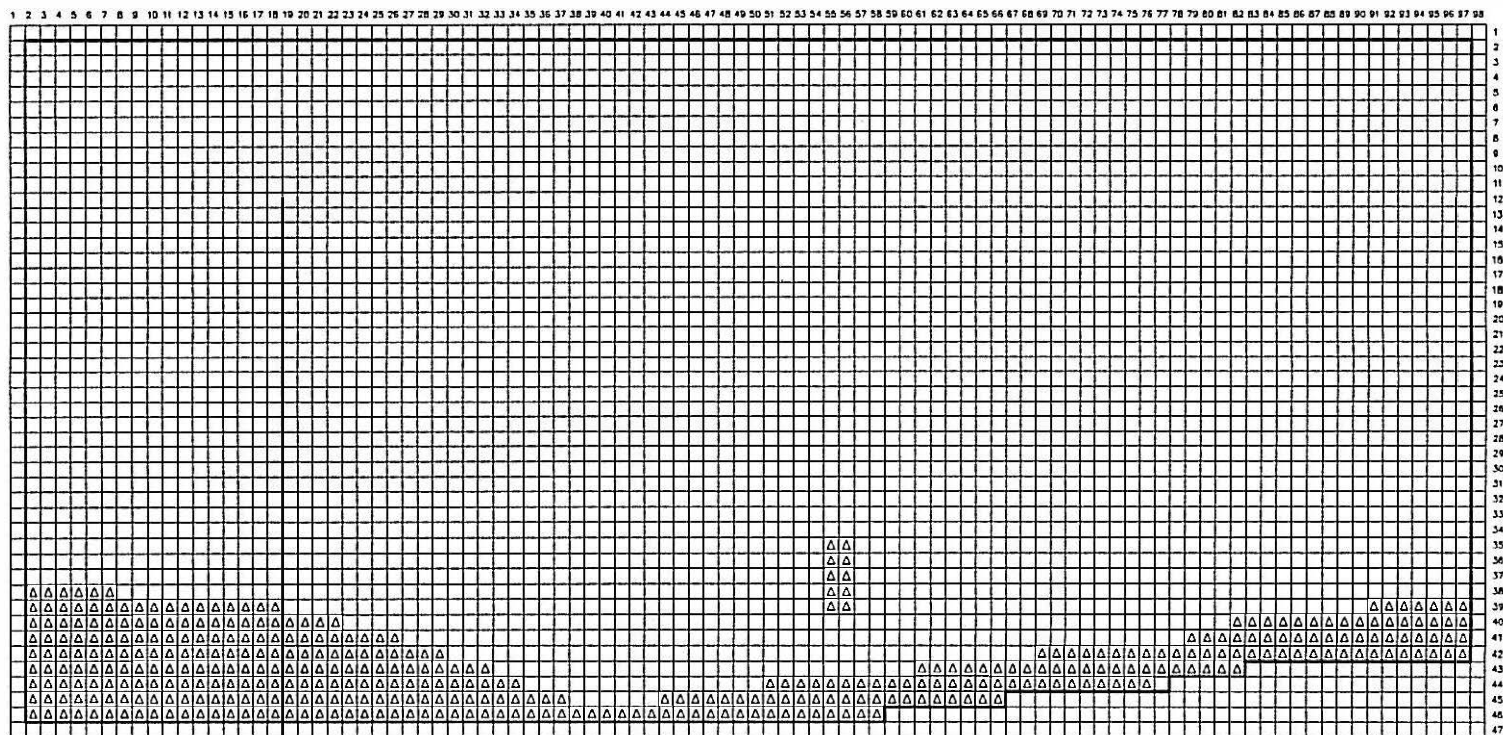


fig.9 Vaste stijghoogtecellen in het modelnetwerk

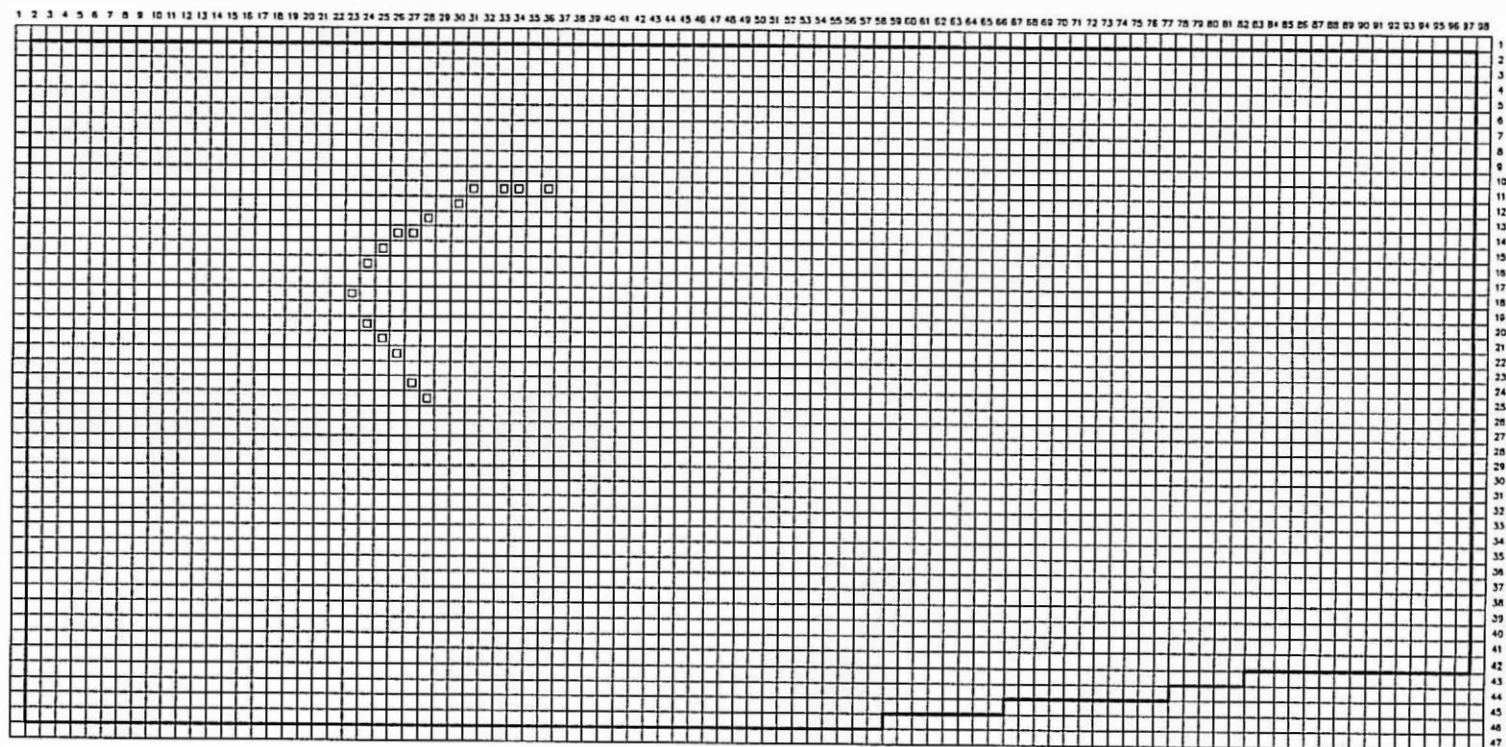


fig.10 Ligging van de pompputten langsheen de gipsstortuitbreidingszone

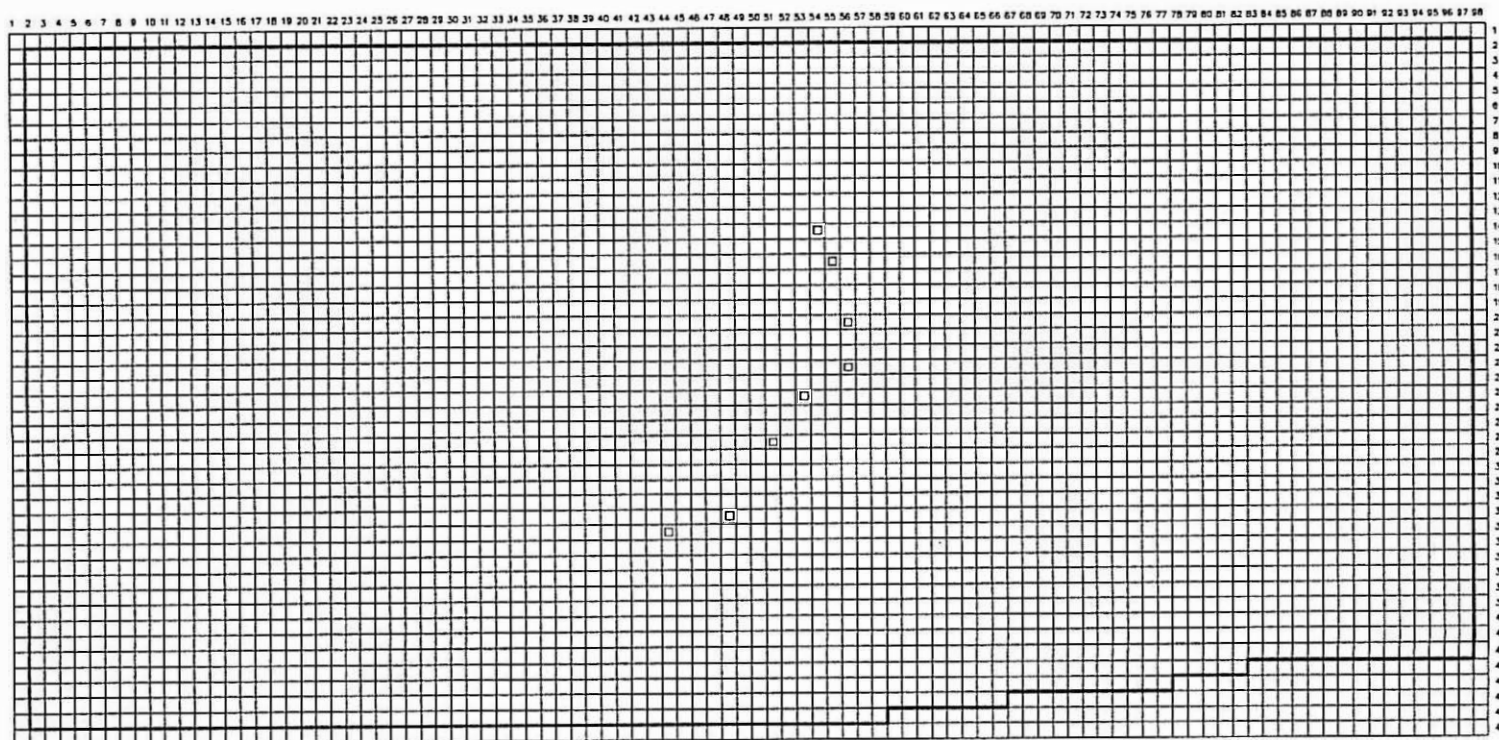


fig.11 Ligging van de 8 noordelijke pompputten in het modelgebied

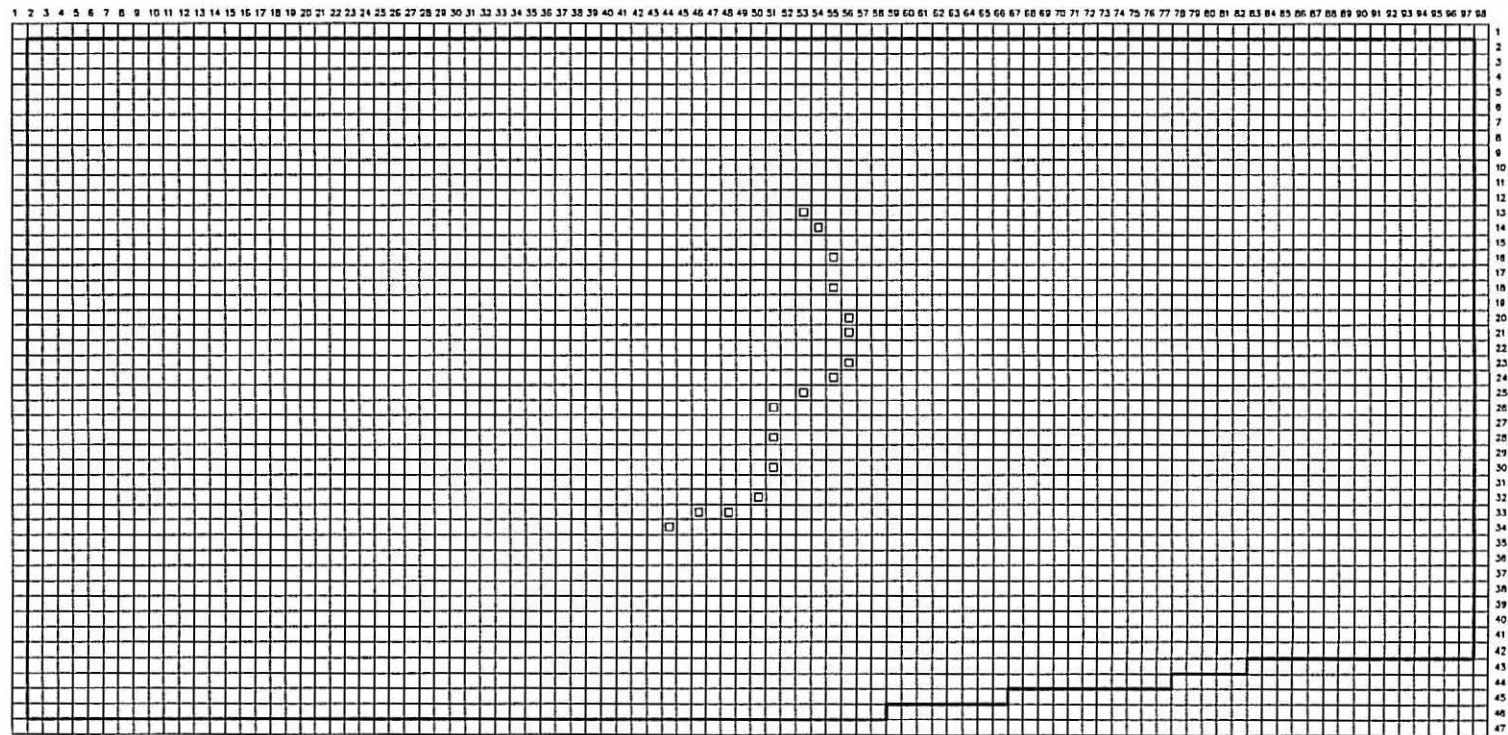


fig.12 Ligging van de 16 noordelijke pompputten in het modelgebied

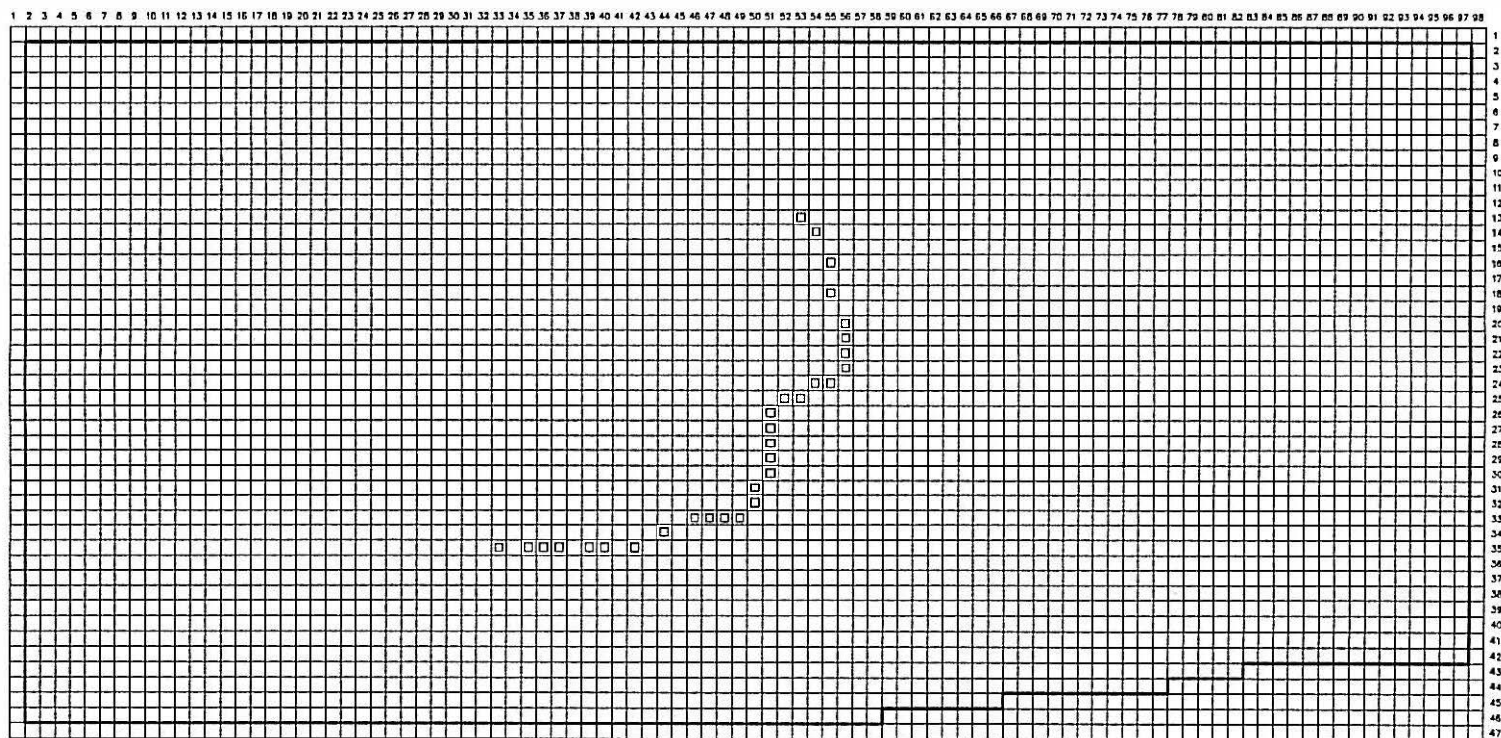


fig.13 Ligging van de 31 noordelijke pompputten in het modelgebied

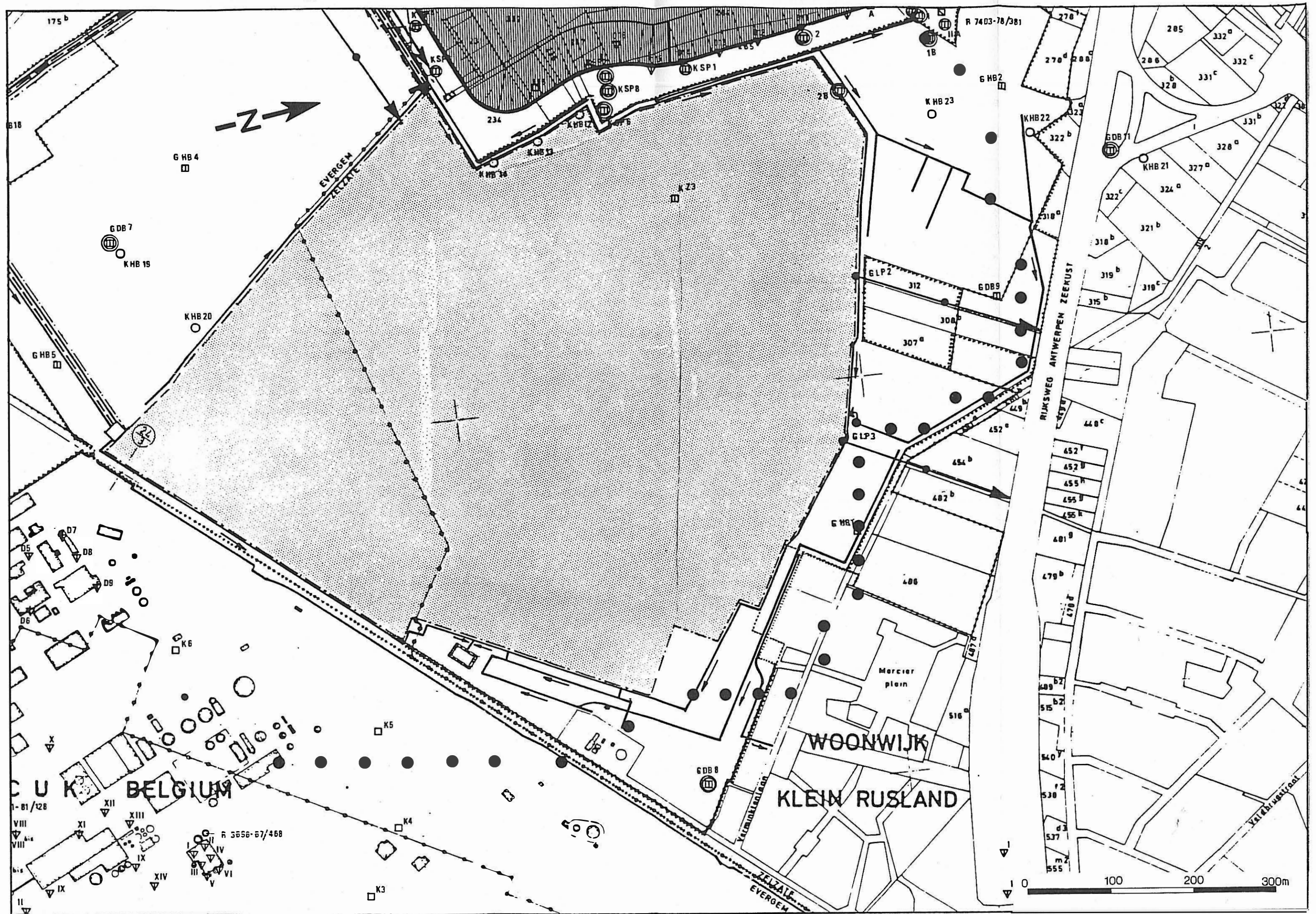


Fig. 14 - Ligging van de 31 noordelijke pomputten

kD-waarden van de lagen KZ1 en KZ2 in de cellen waaruit gepompt wordt.

5.5 Waterlopen

De belangrijkste waterlopen werden in het model opgenomen. Een waterloop wordt in het model gekarakteriseerd door het tracé, een gemiddelde waterpeil en een hydraulische kontaktfaktor.

In het model werden de Riemse waterloop in het zuiden van het gebied en de Poelbeek in het noorden van het gebied opgenomen. Ook de afwateringsgrachten rond de gipsberg werden als waterlopen in het model opgenomen.

De ligging van de opgenomen waterlopen in het modelnetwerk is aangegeven op fig. 15.

5.6 Referentievlak

Het peil van het referentievlak bedraagt +8.00 binnen de gipsstortterreinen en +2.00 erbuiten.

6. Resultaten

De berekende stijghoogten voor de toestand zonder noordelijke putten zijn voorgesteld op PLAAT 1 (KZ1) en 2 (KZ2). Hierop zijn ook de stromingsvectoren aangeduid. De richting van de vectoren geeft de stromingsrichting aan, de lengte ervan is evenredig met de Darciaanse grondwaterstromingssnelheid. De hier getekende vectoren gelden voor een tijdsperiode van 1 jaar.

De hoogste stijghoogten in de lagen KZ1 en KZ2 komen voor onder de gipsberg. Van hieruit is er een stroming in oostelijke richting naar het kanaal Gent-Terneuzen, naar het noordoosten naar het drainagesysteem van de tunnel onder het kanaal Gent-Terneuzen, naar het noorden en noordwesten naar Zelzate toe, en in zuidelijke richting naar de puttenbatterij langs de gipsstortuitbreidingszone.

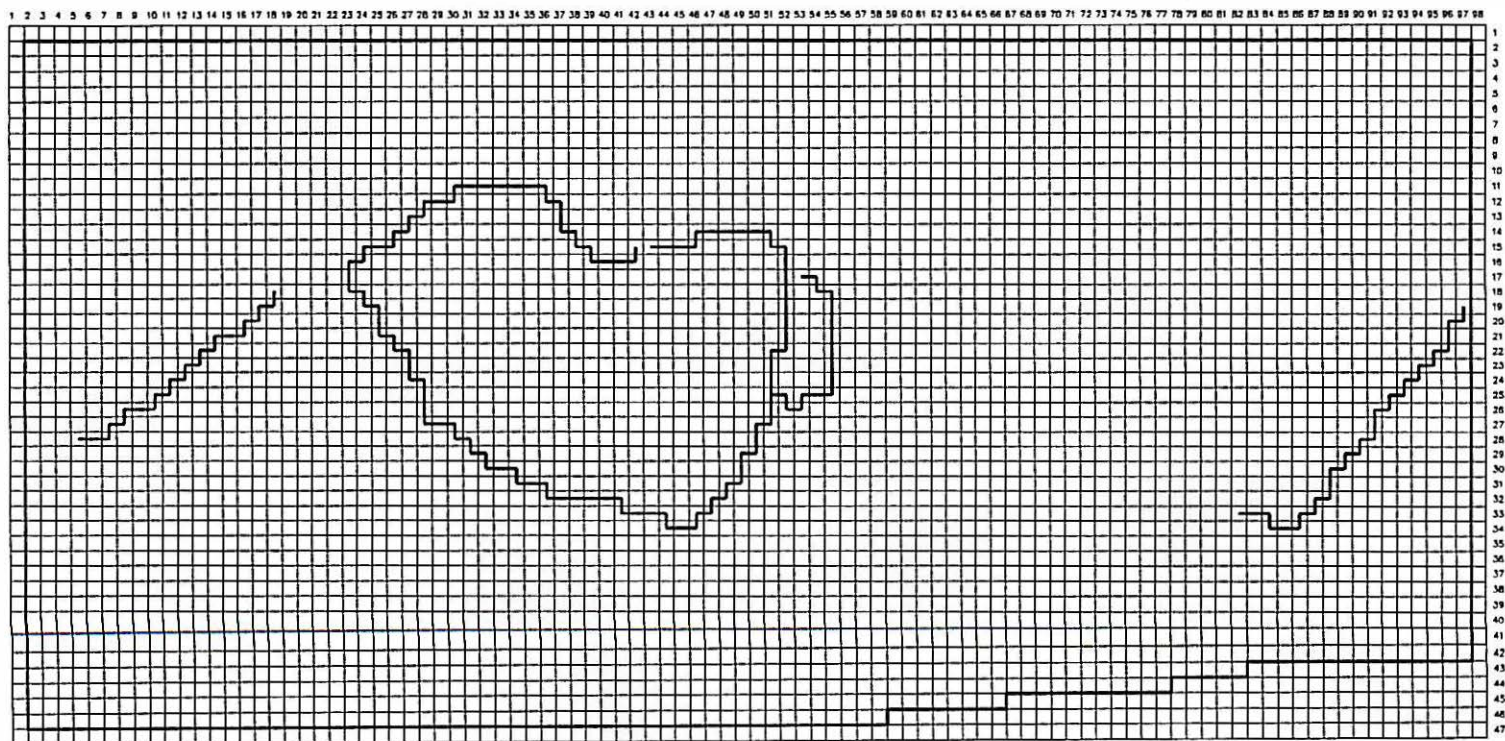


fig.15 Ingevoerde waterlopen

De berekende stijghoogten voor de toestand met 8 noordelijke pomputten zijn voorgesteld op PLAAT 3 (KZ1) en 4 (KZ2). De 8 pomputten kunnen het stromingspatroon slechts zeer lokaal beïnvloeden en zijn zeker niet voldoende om de grondwaterstroming in de richting van Zelzate om te keren.

De berekende verlaging is voorgesteld op PLAAT 5 (KZ1) en 6 (KZ2). Er treden verlagingen van maximaal ca 1.00 m in de laag KZ1 en 0.75 m in de laag KZ2 op. De verlaging in de onmiddellijke omgeving van de pomputten kan groter zijn.

Vervolgens werd een berekening uitgevoerd waarbij het aantal pomputten verdubbeld werd tot 16. De berekende stijghoogten voor deze situatie zijn aangegeven op PLAAT 7 (KZ1) en 8 (KZ2). In deze toestand zal er nog steeds een stroming naar het drainagesysteem van de tunnel onder het kanaal Gent-Terneuzen blijven bestaan. Er zal vanuit de gipsberg geen stroming meer in noordwestelijke richting optreden.

De berekende verlagingen voor deze toestand zijn weergegeven op PLAAT 9 (KZ1) en PLAAT 10 (KZ2). De maximale verlagingen bedragen ca 2.50 m in de lagen KZ1 en KZ2. De verlagingen in de onmiddellijke omgeving van de pomputten kunnen groter zijn.

Om de grondwaterstroming naar de tunnel te Zelzate te verhinderen werd met het model een configuratie van pomputten opgesteld die de stroming volledig omkeert. Hiervoor zijn 31 pomputten nodig. De berekende stijghoogten zijn voorgesteld op PLAAT 11 (KZ1) en PLAAT 12 (KZ2). Hierop is te zien dat er zich tussen de noordelijke puttenbatterij en het drainagesysteem van de tunnel te Zelzate een waterscheidingskam instelt.

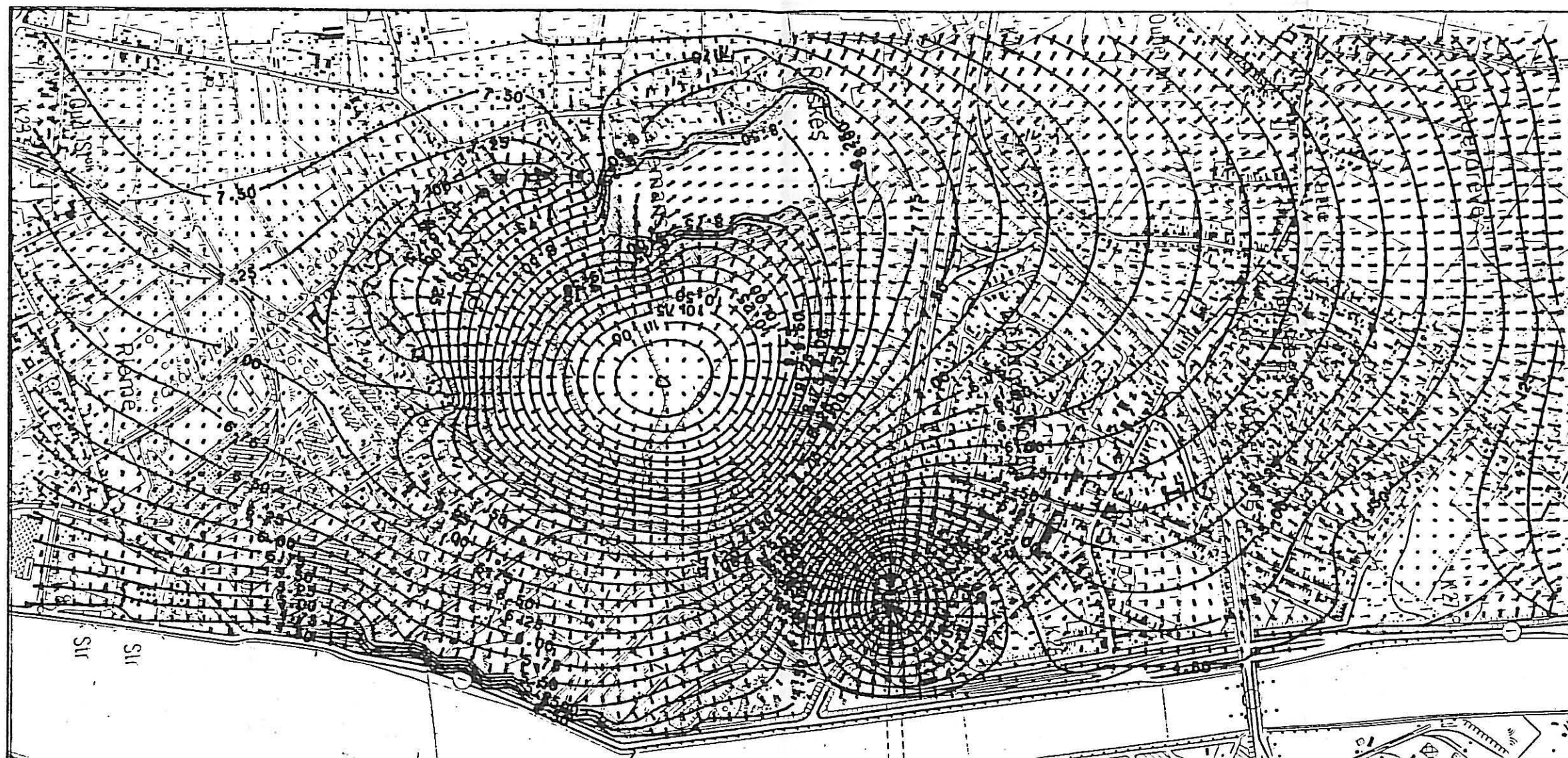
De berekende verlagingen voor deze toestand zijn aangegeven op PLAAT 13 (KZ1) en 14 (KZ2). De maximale verlagingen zijn bijna 6 m.

REFERENTIES

DE BREUCK, W., VAN BURM, PH., VAN CAMP, M. , Coördinerende studie van de grondwaterstroming rond de fabrieksterreinen te Rieme , 1988.

DE BREUCK, W., VAN BURM, PH., VAN CAMP, M. , Hydrogeologische studie van de Gentse kanaalzone , 1983 ,

DE BREUCK, W., LEBBE, L., RAMAN, B., VAN CAMP, M. , Hydrogeologisch mathematisch model van het Nederlands-Belgisch grensgebied in de omgeving van de Kalmthoutse Heide , 1985



PLAAT 1: TOESTAND ZONDER NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ1

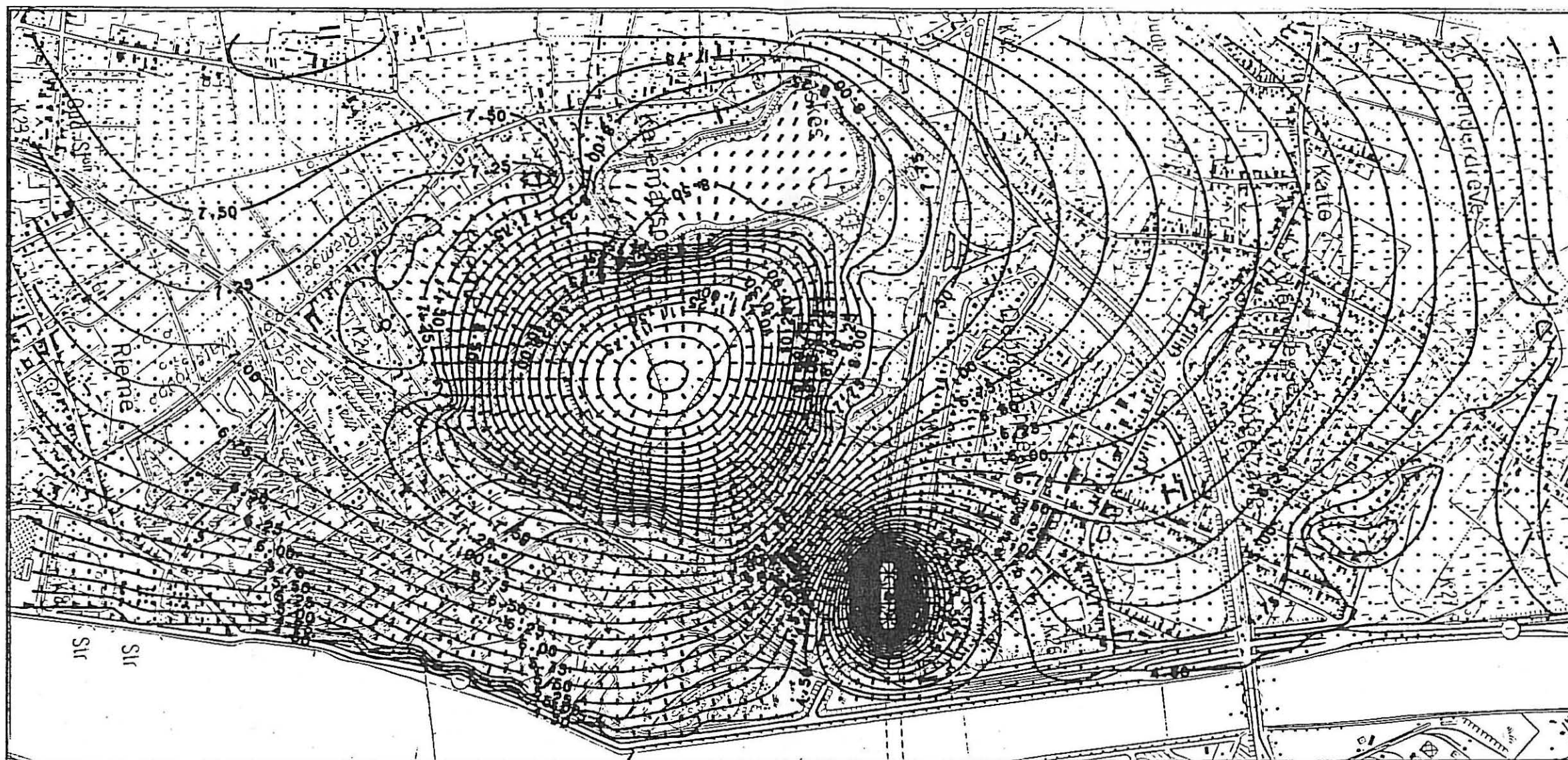
LAAG 1

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALA SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

→ VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D



PLAAT 2: TOESTAND ZONDER NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ2

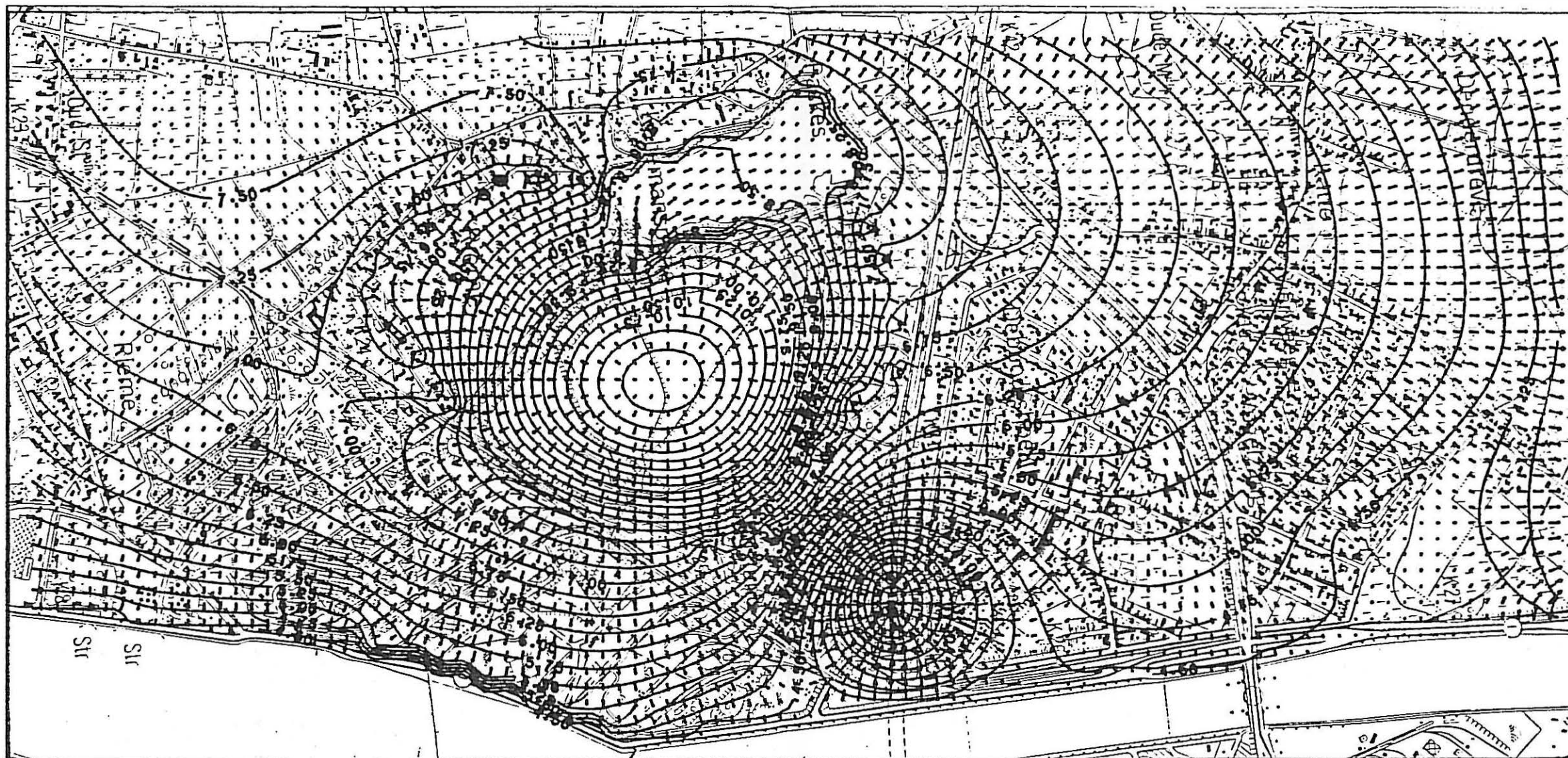
LAAG 2

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALLE SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

→ VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D



PLAAT 3: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ1

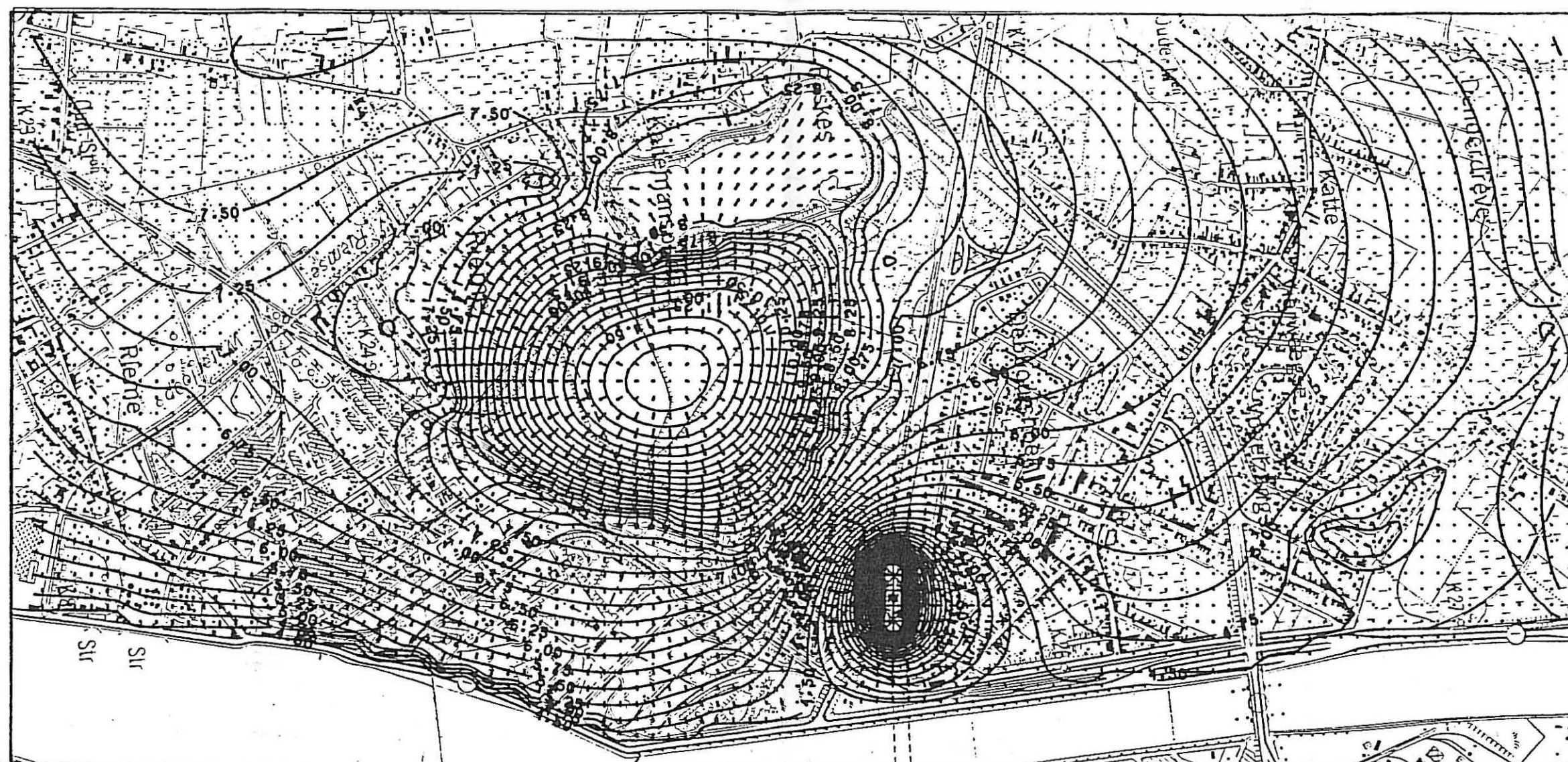
LAAG 1

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALE SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

→ VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D



PLAAT 4: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ2

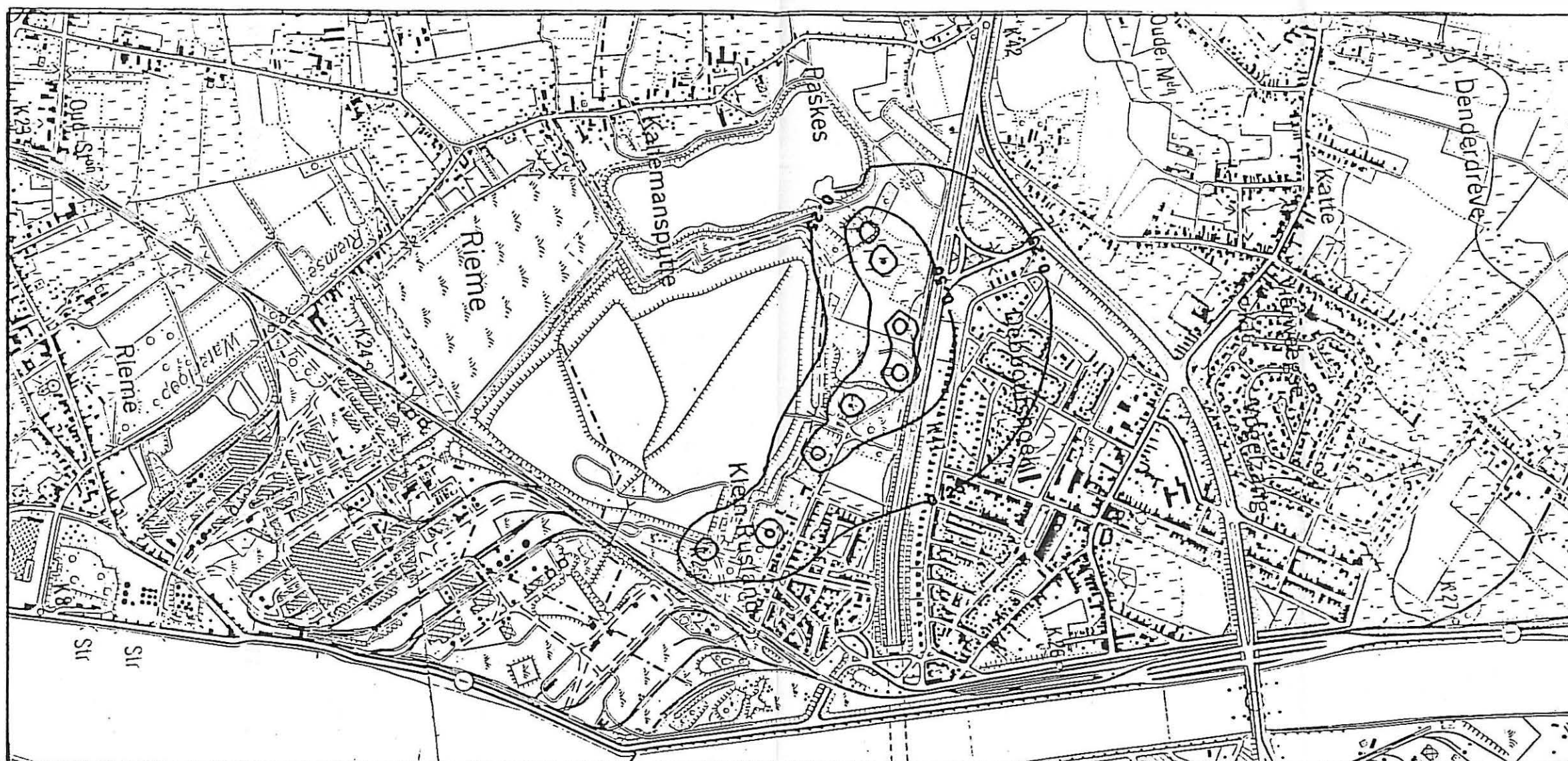
LAAG 2

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALE SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

→ VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D

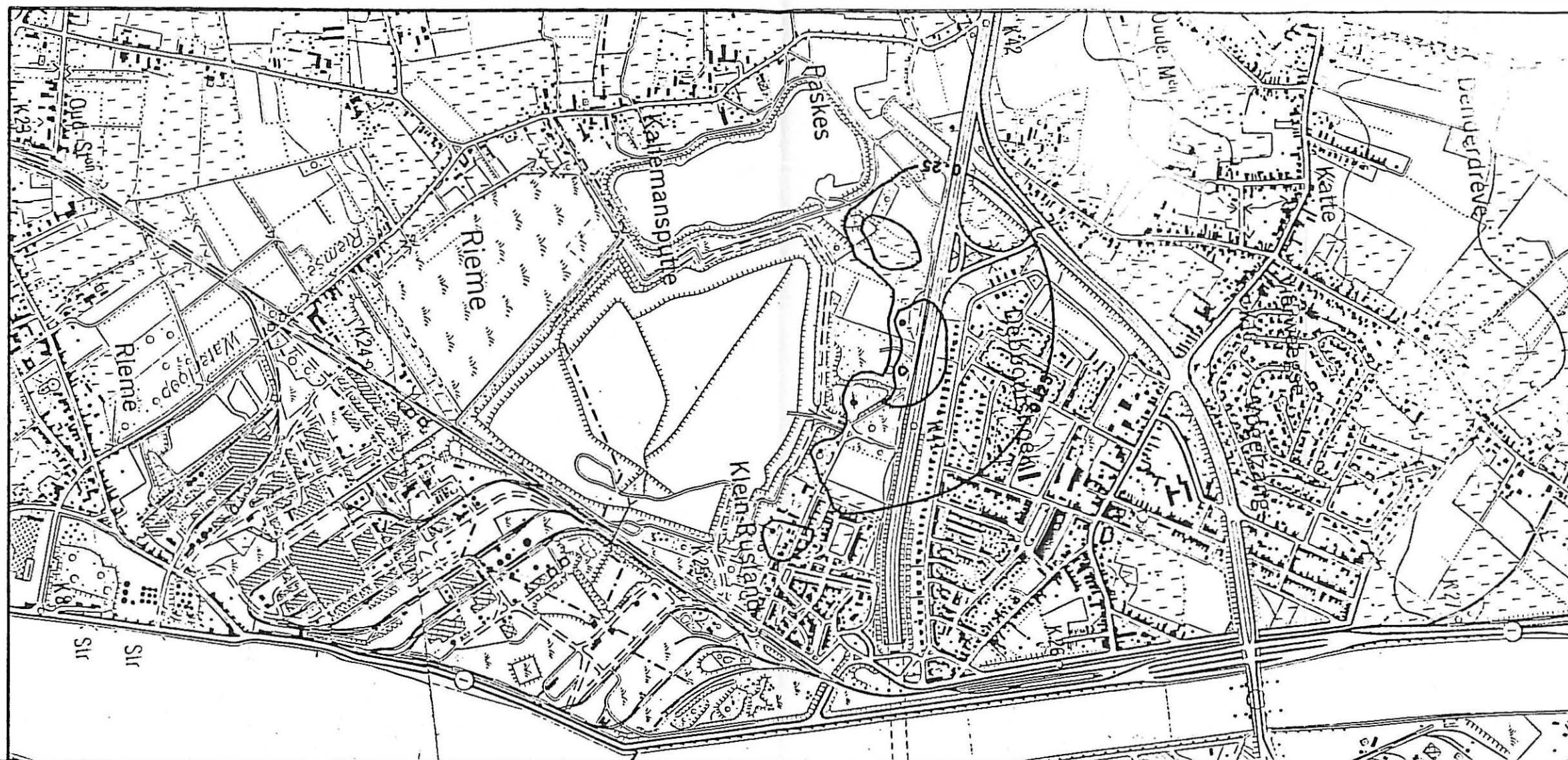


PLAAT 5: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: VERLAGING KZ1

LAAG 1-LAAG 1

ISOLIJNEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

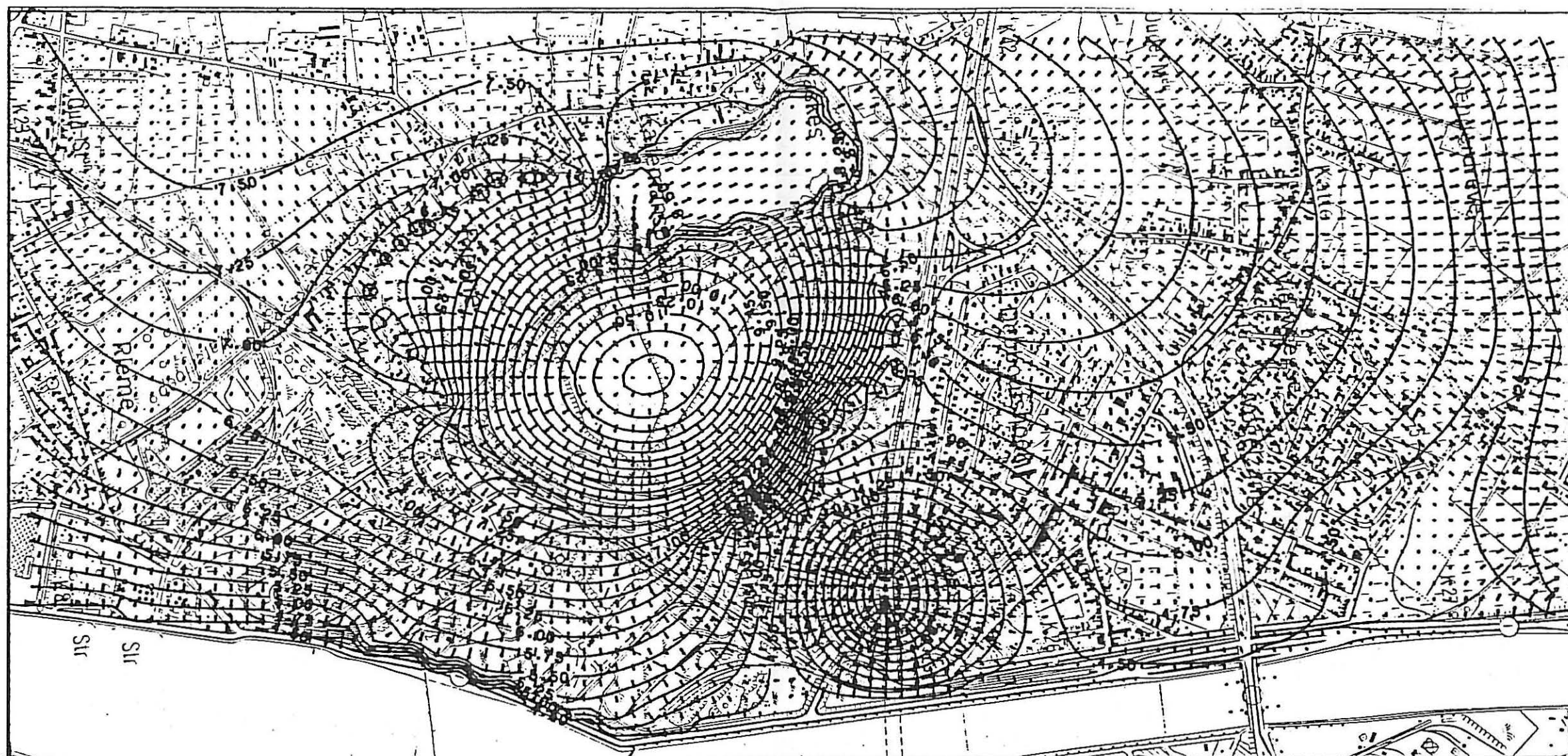


PLAAT 6: TOESTAND MET 8 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: VERLAGING KZ2

LAAG 2-LAAG 2

ISOLIJNEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER



PLAAT 7: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ1

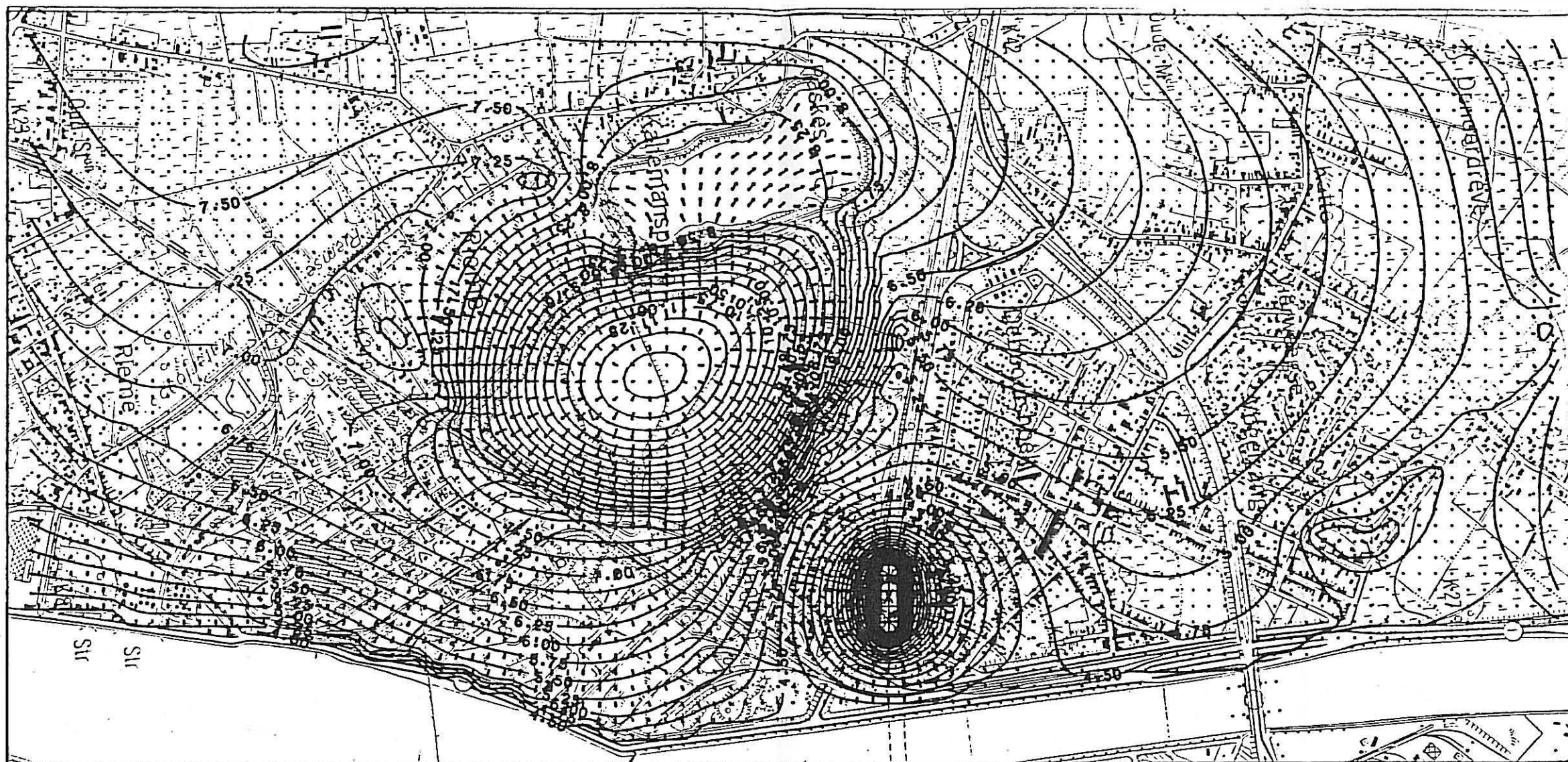
LAAG 1

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALE SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

→ VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D



PLAAT 8: TOESTAND MET 16 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: KZ2

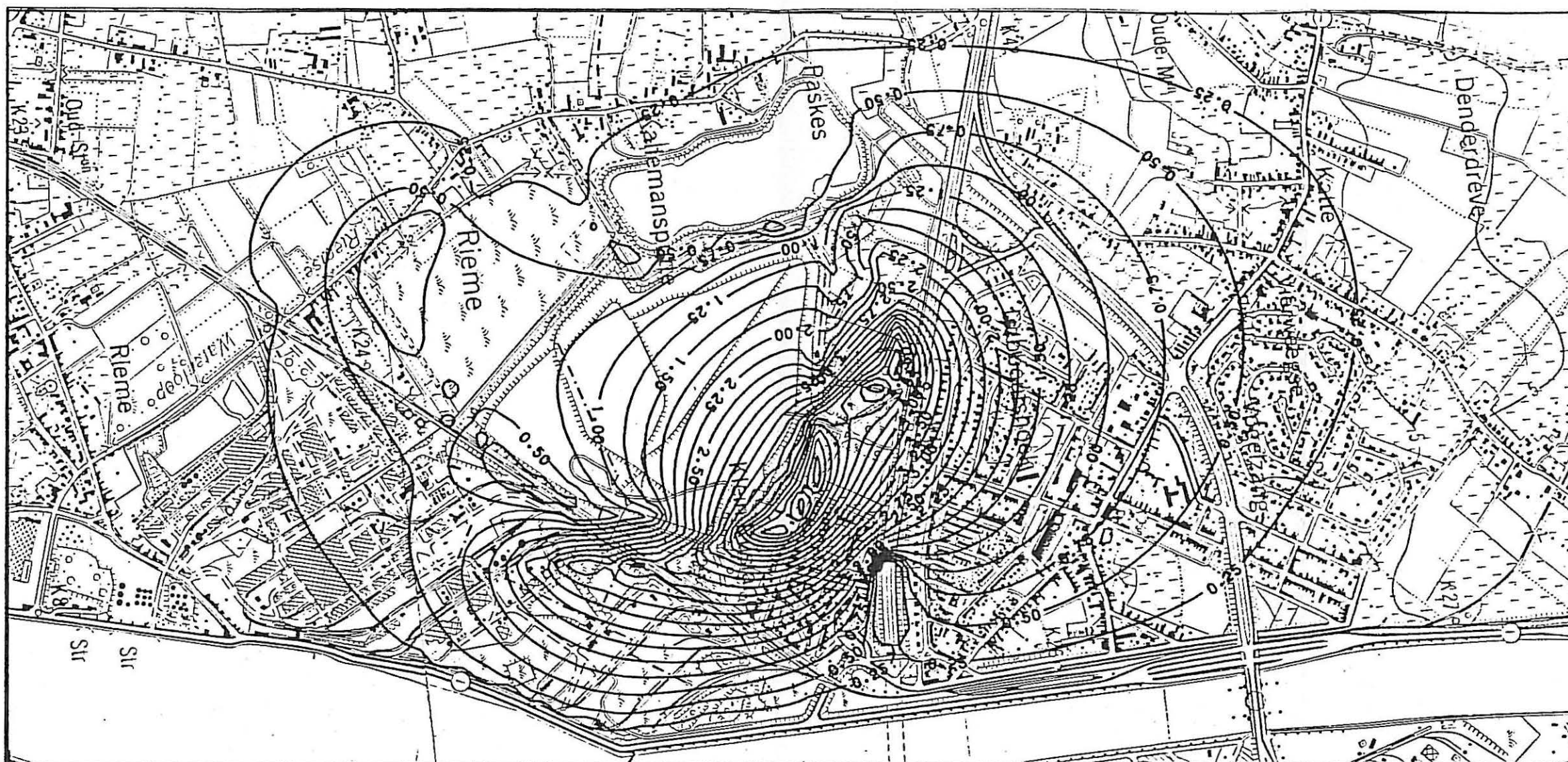
LAAG 2

ISOLIJNEN

DARCIAANSE HORIZONTALA SNELHEDEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER

—> VEKTORLENGTE VAN 0.3400 M/D



PLAAT 14: TOESTAND MET 31 NOORDELIJKE POMPPUTTEN: VERLAGING KZ2

LAAG 2-LAAG 2

ISOLIJNEN

LIJNEN OM DE 0.25 METER